

MENU **SEARCH** **INDEX** **DETAIL** **JAPANESE**

1 / 1

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-147491

(43)Date of publication of application : 21.05.2003

(51)Int.Cl. C22C 38/00
C22C 38/58
F16D 65/12

(21)Application number : 2001-341537 (71)Applicant : NISSHIN STEEL CO LTD

(22)Date of filing : 07.11.2001 (72)Inventor : HIRAMATSU NAOTO
TOMIMURA HIROKI
KUMANO NAOHITO

(54) STEEL SHEET FOR DISK BRAKE HAVING IMPROVED WARPAGE RESISTANCE,
AND DISK

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a steel sheet for a disk brake, which has excellent warpage resistance, and to provide a disk.

SOLUTION: The steel sheet for a disk brake has a chemical composition containing, by mass, 0.05 to 0.15% C, $\leq 1.0\%$ Si, $\leq 2.0\%$ Mn, $\leq 1.0\%$ Ni, 9.0 to 15.0% Cr, 0.5 to 4.0% Cu, 0.10 to 2.0% Mo, $\leq 0.10\%$ N, and 0.05 to 1.0% Nb, and, if required, containing one or more kinds selected from $\leq 0.50\%$ Ti, $\leq 0.2\%$ Al, $\leq 0.015\%$ B, $\leq 0.2\%$ rare earth metals, $\leq 0.2\%$ Y, $\leq 0.1\%$ Ca, and $\leq 0.1\%$ Mg, and the balance Fe with inevitable impurities, and whose γ_{\max} value defined by $\gamma_{\max} = 420C + 470N + 23Ni + 7Mn + 9Cu - 11.5Cr - 11.5Si - 12Mo - 3.5Nb + 189$ is controlled to ≤ 80 . In the brake disk, the height of the warpage in the outer circumference of the disk after the application of the process of (temperature raising at a temperature rising rate of 5 to 20° C \rightarrow holding at 600° C in a soaking for 10 sec \rightarrow water cooling) for 500 cycles is controlled within 0.3 mm.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 29.10.2004

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-147491

(P2003-147491A)

(43) 公開日 平成15年5月21日 (2003.5.21)

| (51) Int.Cl. ⁷ | 識別記号 | F I | テリト [*] (参考) |
|---------------------------|-------|---------------|-----------------------|
| C 2 2 C 38/00 | 3 0 2 | C 2 2 C 38/00 | 3 0 2 Z 3 J 0 5 8 |
| 38/58 | | 38/58 | |
| F 1 6 D 65/12 | | F 1 6 D 65/12 | E |

審査請求 未請求 請求項の数7 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願2001-341537(P2001-341537)

(22) 出願日 平成13年11月7日 (2001.11.7)

(71) 出願人 000004581

日新製鋼株式会社

東京都千代田区丸の内3丁目4番1号

(72) 発明者 平松 直人

山口県新南陽市野村南町4976番地 日新製
鋼株式会社内

(72) 発明者 富村 宏紀

山口県新南陽市野村南町4976番地 日新製
鋼株式会社内

(74) 代理人 100076130

弁理士 和田 憲治 (外1名)

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 耐反り性を改善したディスクブレーキ用鋼板およびディスク

(57) 【要約】

【課題】 耐反り性に優れたディスクブレーキ用鋼板およびディスクを提供する。

【解決手段】 質量%で、C: 0.05~0.15%, Si: 1.0%以下、Mn: 2.0%以下、Ni: 1.0%以下、Cr: 9.0~15.0%, Cu: 0.5~4.0%, Mo: 0.10~2.0%, N: 0.10%以下、Nb: 0.05~1.0%以下で、必要に応じてTi: 0.50%以下、Al: 0.2%以下、B: 0.015%以下、REM: 0.2%以下、Y: 0.2%以下、Ca: 0.1%以下、Mg: 0.1%以下のうち1種以上を含有し、残部がFeおよび不可避免的不純物からなり、 $\gamma_{\max} = 420C + 470N + 23Ni + 7Mn + 9Cu - 11.5Cr - 11.5Si - 12Mo - 3.5Nb + 189$ と定義される γ_{\max} 値が80以下となる化学組成のディスクブレーキ用鋼板。当該鋼板から得られた「昇温速度5~20°C/secでの昇温→600°C×均熱10secの保持→水冷」を500サイクル付与した後のディスク外周の反り高さが0.3mm以内に収まるブレーキディスク。

【特許請求の範囲】

【請求項1】 質量%で、C：0.05～0.15%、Si：1.0%以下、Mn：2.0%以下、Ni：1.0%以下、Cr：9.0～15.0%、Cu：0.5～4.0%、Mo：0.10～2.0%、N：0.10%以下、Nb：0.05～1.0%以下で、残部がFeおよび不可避免の不純物からなり、

$$\gamma_{\max}=420C+470N+23Ni+7Mn+9Cu-11.5Cr-11.5Si-12Mo-3.5Nb+189$$

と定義される γ_{\max} 値が80以下となる化学組成を有する耐反り性を改善したディスクブレーキ用鋼板。

【請求項2】 さらに、Ti：0.50%以下を含有する請求項1に記載の鋼板。

【請求項3】 さらに、Al：0.2%以下を含有する請求項1または2に記載の鋼板。

【請求項4】 さらに、B：0.015%以下を含有する請求項1～3に記載の鋼板。

【請求項5】 さらに、REM：0.2%以下、Y：0.2%以下、Ca：0.1%以下、Mg：0.1%以下のうち1種または2種以上を含有する請求項1～4に記載の鋼板。

【請求項6】 二輪車のディスクブレーキ用である請求項1～5に記載の鋼板。

【請求項7】 請求項1～6に記載の鋼板から採取された焼入れ処理後のブレーキディスクであって、当該ディスクに「昇温速度5～20℃/secでの昇温→600℃×均熱10secの保持→水冷」の加熱・冷却を繰り返し500サイクル付与したとき、この加熱・冷却試験後のディスク外周の反り高さが0.3mm以内に収まる耐反り性に優れたブレーキディスク。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、ディスクブレーキ用マルテンサイト系ステンレス鋼材であって、特に、反りに対する抵抗性（耐反り性）を改善した鋼板、およびその鋼板からなるディスクに関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来、二輪車等のディスクブレーキを構成するディスクには、SUS420J1（C：0.16～0.25%レベル）やSUS420J2（同0.26～0.40%レベル）等のマルテンサイト系ステンレス鋼が使用されてきた。これらの鋼種は、高温のオーステナイト単相領域である1000℃前後の温度から焼入れてほぼマルテンサイト単相とし、さらに焼戻しによって靱性を確保するものである。

【0003】これらの鋼種はC含有量が高いために、焼入れのままでディスクブレーキに要求される十分な靱性が得られない。このため、焼入れおよび焼戻しの2つの熱処理を行うことが必須となる。また、Cが高いために、焼入れ途中の鋭敏化による耐食性低下や、大型炭化物の存在による靱性低下の問題が生じやすく、熱処理に細心の注意を要する。

【0004】そこで、このような高C系の鋼に代わり、

C含有量を低減したディスクブレーキ用マルテンサイト系ステンレス鋼が特開平10-152760号公報に紹介されている。それによると、Cを0.10%以下に低減したことで焼戻し工程を省くことが可能になり、またオーステナイトバランスを高めることで焼入れ後のマルテンサイト量が十分に確保され、低C化による強度低下は回避された。さらに、Cuを添加することによって制動発熱に対する軟化抵抗も向上したという。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】上記特開平10-152760号公報の鋼によって、高C系マルテンサイト系ステンレス鋼に付随する種々の問題が解消され、ディスクブレーキの性能面においても信頼性が向上した。しかしながら、昨今、車両の高性能化等に伴いディスクブレーキにかかる負荷も一層増大し、これまであまり重要視されていなかった問題が新たに顕在化するようになってきた。すなわち、材料温度が600℃付近に達するような高負荷での使用を長期間繰り返しているうちに、ディスクブレーキのディスクに「反り」が生じることがあり、特に大型二輪車において問題となるケースが増えている。そこで、本発明は、低C化したマルテンサイト系ステンレス鋼において、反りの発生を抑制する性能を備えたディスクブレーキ用鋼板、およびそれを用いたブレーキディスクを提供することを目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】発明者らは、反りの発生を抑制する性能を付与する手段について鋭意研究を重ねてきた。その結果、次のようなことが明らかになった。

①. 低C系のマルテンサイト系ステンレス鋼におけるCuの添加は、600℃付近での軟化抵抗の向上に有効ではあるが、それだけでは反りの発生を十分防止することは困難であること。

②. Cuに加え、MoとNbを複合添加したとき、反りに対する抵抗力は顕著に向上すること。

本発明はこれらの知見に基づいて完成したものである。

【0007】すなわち、上記目的は、質量%で、C：0.05～0.15%、Si：1.0%以下、Mn：2.0%以下、Ni：1.0%以下、Cr：9.0～15.0%、Cu：0.5～4.0%、Mo：0.10～2.0%、N：0.10%以下、Nb：0.05～1.0%以下で、残部がFeおよび不可避免の不純物からなり、

$$\gamma_{\max}=420C+470N+23Ni+7Mn+9Cu-11.5Cr-11.5Si-12Mo-3.5Nb+189$$

と定義される γ_{\max} 値が80以下となる化学組成を有する耐反り性を改善したディスクブレーキ用鋼板によって達成される。ここで、 γ_{\max} を規定する上式の右辺の元素記号のところには、それぞれの元素の含有量（質量%）の値が代入される。ディスクブレーキ用鋼板とは、ディスクブレーキのディスクを打ち抜き等の手段により採取するための鋼板であり、鋼帯の状態であるか切り板であるかを問わない。

【0008】また、上記鋼板において、さらにTi: 0.50%以下を含有するもの、Al: 0.2%以下を含有するもの、B: 0.015%以下を含有するもの、あるいはさらにREM: 0.2%以下、Y: 0.2%以下、Ca: 0.1%以下、Mg: 0.1%以下のうち1種または2種以上を含有するものを提供する。これらの添加元素の組み合わせは任意に選択することができる。

【0009】また、これらの鋼板が、特に二輪車のディスクブレーキ用であるものを提供する。

【0010】さらに本発明では、これらの鋼板から採取された焼入れ処理後のブレーキディスクであって、当該ディスクに「昇温速度5~20°C/secでの昇温→600°C×均熱10secの保持→水冷」の加熱・冷却を繰り返し500サイクル付与したとき、この加熱・冷却試験後のディスク外周の反り高さが0.3mm以内に収まる耐反り性に優れたブレーキディスクを提供する。

【0011】ここで、鋼板からブレーキディスクを採取する一般的な手段としては、打ち抜きが挙げられる。焼入れ処理後のブレーキディスクとは、焼入れ後に焼戻し等の熱処理を行っていないものをいう。ディスク外周の反り高さは以下のように定義する。すなわち、ディスクを水平盤上に置いた状態で、水平盤面を基準としたディスク外周部の高さを外周部全体にわたって等間隔で少なくとも12箇所以上測定し、その各測定値と、初期状態の設計寸法から定まる外周部高さの値との差を求め、その差の値のうち最大値をディスク外周の反り高さとする。ただし、当該反り高さは、ディスク両面について上記測定を行ったときに、より大きい値となる方を採用する。これは、通常、ディスクの反りは外周部が全体にわたって一方の面の側に湾曲するように反るため、その面を下にして測定してしまえば、湾曲の程度を正しく検出することが不可能だからである。

【0012】初期状態（使用前）のブレーキディスク製品は極めて平坦度の高いものである。本発明に係るブレーキディスクは、そのような平坦度の高いブレーキディスクであって、上記加熱・冷却試験を施した場合にも反り高さが0.3mm以内に収まるような材料性能を有するディスクを特定したものである。

【0013】

【発明の実施の形態】本発明は、ディスクブレーキの過酷な使用を繰り返しても長期安定的に初期の平坦な形状を保つ性能、すなわち耐反り性を改善するものであるが、同時に、高温での軟化抵抗、靱性、耐食性等の諸特性においても従来材と同等以上の性能を確保する必要がある。また、焼戻し処理を行わない「省工程化」に対応できるものでなくてはならない。以下、本発明を特定する事項について説明する。なお、各元素の含有量を表す「%」は特に示さない限り「質量%」を意味する。

【0014】Cは、オーステナイト形成元素であり、高温で生成するδフェライトの抑制、および焼入れ時の冷

却中に生成するマルテンサイト相の強化に極めて有効である。また、ディスクブレーキの制動発熱による温度上昇によって炭化物の析出を生じ、これが高温強度維持に寄与する。発明者らの研究によれば、この炭化物は耐反り性の向上にも有効に作用すると考えられる。種々検討の結果、これらの作用を十分得るには0.05%以上のC含有量が必要である。ただし、本発明では焼戻し処理を省略する工程で十分な靱性を確保し、かつ炭化物起因の耐食性低下を防止する必要があるために、C含有量の上限は0.15%に制限される。

【0015】Siは、脱酸目的で使用するが、フェライト形成元素であるため、過度の添加は高温でのδフェライトの生成を招き、硬度低下の原因となる。このため、Si含有量は1.0%以下に制限される。特に好ましいSi含有量の上限は0.8%、下限は0.2%である。

【0016】Mnは、オーステナイト安定化元素であり、焼入れ時の加熱温度領域でオーステナイト相組織とし、その後に硬度に寄与するマルテンサイト相の生成を促す。しかし、過度の添加は高温での耐酸化性を低下させたり、残留オーステナイト相を生成させるので、Mn含有量の上限は2.0%に制限される。特に好ましいMn含有量の上限は1.5%、下限は0.2%である。

【0017】Niは、Mnと同様にオーステナイト安定化元素であり、硬度に寄与するマルテンサイト相の生成を促す。しかし、Niは高価であり、また過度の添加は残留オーステナイト相を生成させるため、Ni含有量の上限は1.0%に制限される。

【0018】Crは、耐食性を付与する上で必須の元素である。ディスクブレーキに要求される耐食性を確保するには少なくとも9.0%以上のCrを必要とする。しかし、Crはフェライト形成元素でもあるので、多すぎるとδフェライト相が多量に生成してしまい、δフェライト量の調整には相当量のオーステナイト形成元素（C、N、Ni、Mn、Cu等）の添加が必要となる。これらオーステナイト形成元素の過度の添加は焼入れ後の残留オーステナイト相の残存を促し、高強度の達成を困難にする。このため、Cr含有量の上限は15.0%に制限される。

【0019】Cuは、オーステナイト安定化元素であり、焼入れ時の加熱温度領域でオーステナイト相組織とし、その後に硬度に寄与するマルテンサイト相の生成を促す。また、ディスクブレーキ使用時に材料温度が上昇した際、Cu系析出物により高温強度を維持するとともに、耐反り性にも有効に作用する。しかし、過剰の添加は熱間加工性を劣化させ割れ発生の原因となる。そこで、ディスクブレーキの使用環境を考慮して種々検討した結果、Cu含有量は0.5~4.0%の範囲とした。

【0020】Moは、Cr含有鋼の耐食性向上に有効な元素であるが、本発明ではさらに、ブレーキディスクの耐反り性を向上させるうえで非常に重要である。すなわち、Moはディスクブレーキの使用環境において、ディスクの

温度上昇時に炭窒化物を微細に分散させる作用を示すことがわかった。また、高温での急激な歪の解放を抑制する作用をも示すのである。発明者らの研究の結果、Moのこれらの作用は、後述のNbと相乗効果を発揮して、ブレーキディスクに優れた耐反り性を付与するものと考えられる。ただし、Moの過剰添加は高温での δ フェライト相の生成を促すので好ましくない。そこで種々検討した結果、高負荷での使用を前提としたディスクブレーキ用鋼板としてはMo含有量を0.10~2.0%の範囲とするのが良いとの結論を得た。一層好ましいMo含有量の下限は0.3%である。

【0021】Nは、オーステナイト形成元素であるとともに、マルテンサイト相を硬化させるのに極めて有効な元素であるが、多量の添加は鑄造時のブローホールの原因となるので、0.10%以下に制限される。

【0022】Nbは、Moとともにブレーキディスクの耐反り性を向上させるうえで極めて重要な添加元素である。すなわち、Nbはディスクブレーキの使用環境において、ディスクの温度上昇時に強度に寄与する析出物を形成することがわかった。また、マルテンサイト相中の回復を抑制する作用を示すことがわかった。研究の結果、これらの作用は単に硬度上昇に寄与するだけではなく、前述のMoとの相乗効果によりブレーキディスクの耐反り性を顕著に向上させるものと考えられる。この効果を十分にえるために、Nbは0.05%以上含有させるのが良い。ただし、過剰の添加は高温強度の過度の上昇を招き、熱間加工性を低下させるので、Nbの上限は1.0%とする必要がある。一層好ましいNb含有量の上限は0.8%である。

【0023】Tiは、高温で析出物を形成し、硬度上昇や耐反り性の向上に有効であるが、過度の添加は製品の表面疵の原因となる。このため、Tiを添加する場合は0.50%以下の含有量範囲とすることが望ましい。

【0024】Alは、製鋼時の脱酸に有効な元素であり、ブレーキディスクへの打ち抜き時に悪影響を及ぼす A_2 系介在物を激減させる効果がある。しかし、0.2%を超えて含有させてもその効果は飽和するばかりか、表面欠陥の増加を招くなどの弊害が生じるようになる。このため、Alを添加する場合は0.2%以下の含有量範囲とすることが望ましい。

【0025】Bは、熱間圧延温度域での δ フェライト相とオーステナイト相の変形抵抗の差によって生じる、熱延鋼帯でのエッジクラックの発生防止に有効な元素である。しかし、過度の添加は低融点ほう化物の形成を招き、却って熱間加工性を劣化させるので、Bを添加する場合は0.015%以下の含有量範囲とすることが望ましい。

【0026】REM（希土類元素）、Y、CaおよびMgは、熱間加工性の向上に有効な元素である。また、耐酸化性の向上にも有効である。しかし、その効果が飽和する含有量を超えて添加してもメリットはない。そこで、これ

らの元素を添加する場合は、REM（例えば、La、Ce、Nd等）は合計で0.2%以下、Yは0.2%以下、Caは0.1%以下、Mgは0.1%以下の範囲で含有させるのが良い。これらの元素は1種のみを含有させても良いし、2種以上を複合で含有させても良い。なお、Ti、Al、B、REM、Y、CaおよびMgのいずれかを添加する場合は、添加する元素の組み合わせを任意に選択することができる。

【0027】 γ_{max} は、高温での最大オーステナイト量に対応する、良く知られたオーステナイト安定度の指数である。種々検討の結果、ブレーキディスクの強度や耐反り性には、焼入れ後のマルテンサイト量が大きな影響を及ぼすことがわかった。そして、優れた耐反り性を得るには、焼入れによってほぼマルテンサイト単相組織とした材料を使用することが望ましいことがわかった。このため、本発明では焼入れ後にほぼマルテンサイト単相組織となるように γ_{max} の下限を80に規定した。

【0028】本発明のディスクブレーキ用鋼板は、以上のような化学組成の鋼からなるものであり、特に、ディスクにかかる負荷が大きく、かつ長期間にわたって美麗な外観が要求される二輪車のディスクブレーキにも十分対応できるものである。

【0029】ディスクブレーキ用のブレーキディスクは、一般的には焼鈍鋼板から打ち抜かれた円盤に必要な加工を施し、その後焼入れ等の熱処理を施して高強度化することによって作られる。そして、最終的な製品段階で、ディスク表面は高い平坦度を有していることが必要となる。しかし、従来の材料では初期状態（使用前）に高い平坦度を有していても、長期間の使用によって多くの場合、多少なりとも反りの発生が認められ、ディスクの平坦度は劣化していくのが通常であった。一例として、走行距離約3000kmの二輪車から取り外したブレーキディスク（放熱用の孔を設けたタイプで、外径260mm、板厚4.4mm、質量約1kg）について反りの程度を調べたところ、本明細書で先に定義したディスク外周の反り高さは0.8mmとなっていた。このような反りの発生は、ブレーキ性能の経時劣化や外観不良を引き起こす原因となり、好ましくない。

【0030】そこで本発明では、上で説明した化学組成のディスクブレーキ用鋼板を提供した。上記鋼板は製品ディスクにおいて優れた耐反り性を発揮し得る性質を潜在的に有するものである。ただし、その鋼板を使用しても、熱処理や加工の仕方によっては、必ずしも十分な耐反り性を呈するブレーキディスクが得られるとは限らない。このため、製品の品質管理面からも、製造されたブレーキディスクが将来的な実際の使用で優れた耐反り性を発揮するディスクであるか否かを特定する手法の確立が望まれていた。

【0031】発明者らは、実際の使用における反りの発生（平坦度の経時劣化）と、実験室的な促進試験との関係を鋭意研究した。その結果、上記鋼板から採取された

焼入れ処理後のブレーキディスクであって、当該ディスクに「昇温速度5~20℃/secでの昇温→600℃×均熱10secの保持→水冷」の加熱・冷却を繰り返し500サイクル付与したとき、この加熱・冷却試験後のディスク外周の反り高さが0.3mm以内に収まるものは、実際に使用しても反りの発生を十分抑止し得るものであることを知るに至った。すなわち、例えば同一溶製チャージの同一鋼帯から同一製造条件で製造された、同一ロットの製品ディスクから1つのサンプルを抜き出し、これについて上記加熱・冷却試験後のディスク外周の反り高さを調べ、これが0.3mm以内に収まっていれば、そのロットのディスクは優れた耐反り性を有するものであると判断することができ、品質管理の信頼性を高めることが可能となる。

【0032】

【実施例】表1に示す化学組成の鋼を真空溶解炉で溶製し、鍛造。熱延にて板厚4.4mmの鋼帯とし、780℃×10時間のバッチ焼鈍（冷却方法は空冷）を施した。その後、外径180mm、内径100mmのドーナツ状の円盤に打ち抜き、これに「1100℃×10分間保持の溶体化→水冷」の焼入れ処理を施した後、板厚4mmまで切削して試験用ディスクを得た。その際、平坦度（ディスクを水平盤上に置いたときの表面全体における水平盤面を基準とした高さの差）が0.1mm未満になるように調整した。

【0033】

【表1】

(質量%)

| 区分 | 鋼No. | C | Si | Mn | Ni | Cr | Cu | Mo | N | Nb | その他 | r max |
|------------------|------|--------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|--------------------|-------|
| 発 明 鋼 板 | 1 | 0.060 | 0.25 | 1.39 | 0.23 | 11.19 | 0.77 | 0.93 | 0.008 | 0.06 | | 97.0 |
| | 2 | 0.087 | 0.77 | 0.72 | 0.87 | 13.45 | 2.34 | 0.45 | 0.056 | 0.43 | Ti:0.25 | 127.5 |
| | 3 | 0.100 | 0.29 | 1.45 | 0.24 | 12.34 | 1.23 | 1.34 | 0.042 | 0.25 | Al:0.08 | 115.3 |
| | 4 | 0.129 | 0.55 | 0.25 | 0.78 | 14.23 | 3.34 | 1.76 | 0.014 | 0.67 | | 106.1 |
| | 5 | 0.123 | 0.56 | 0.47 | 0.65 | 9.23 | 1.34 | 0.97 | 0.037 | 0.23 | Mg:0.02, REM:0.045 | 163.3 |
| | 6 | 0.098 | 0.23 | 0.26 | 0.02 | 11.34 | 0.76 | 0.32 | 0.084 | 0.18 | Ca:0.012, Y:0.012 | 141.2 |
| 比 較 鋼 板 | 7 | 0.251* | 0.42 | 0.32 | 0.92 | 12.45 | 1.23 | 1.45 | 0.032 | 0.12 | | 178.1 |
| | 8 | 0.122 | 0.24 | 1.85 | 0.03 | 11.45 | 0.23* | 0.87 | 0.054 | 0.23 | Mg:0.02 | 135.7 |
| | 9 | 0.075 | 0.34 | 0.74 | 0.43 | 14.34 | 0.78 | 0.94 | 0.008 | 0.45 | Ti:0.07, Al:0.12 | 64.7* |
| | 10 | 0.023* | 0.45 | 1.56 | 0.78 | 10.34 | 0.58 | 1.22 | 0.032 | 0.33 | Ca:0.007 | 107.9 |
| | 11 | 0.047 | 0.28 | 0.89 | 0.43 | 13.56 | 1.56 | 0.08* | 0.024 | 0.02* | | 90.0 |
| | 12 | 0.088 | 0.35 | 1.24 | 0.35 | 12.78 | 2.34 | 0.05* | 0.018 | 0.04* | | 120.5 |

*) 本発明規定範囲を外れるもの

【0034】各試験用ディスクについて、「昇温速度10℃/secでの昇温→600℃×均熱10secの保持→水冷」の加熱・冷却を繰り返し500サイクル付与する加熱・冷却試験を行った。加熱方法は高周波誘導加熱であり、試料表面に取り付けた熱電対を用いて試料の温度を測定し、昇温速度および均熱温度を制御した。加熱・冷却試験後の各試料について、本明細書で定義した反り高さ（前述）を測定した。また、加熱・冷却試験後の試料について、炭化物起因の発錆の有無および表面硬さを調査した。結果を表2に示す。

【0035】

【表2】

| 区分 | 鋼No. | 表面硬さ (Hv20) | 炭化物起因の 発錆の有無 | ディスク外周の 反り高さ(mm) |
|-------------|------|----------------|-----------------|---------------------|
| 発 明 例 | 1 | 280 | 無し | <0.1 |
| | 2 | 321 | 無し | <0.1 |
| | 3 | 343 | 無し | <0.1 |
| | 4 | 375 | 無し | <0.1 |
| | 5 | 363 | 無し | <0.1 |
| | 6 | 306 | 無し | <0.1 |
| 比 較 例 | 7 | 395 | 有り | <0.1 |
| | 8 | 358 | 無し | 0.6 |
| | 9 | 225 | 無し | 0.7 |
| | 10 | 241 | 無し | 0.9 |
| | 11 | 238 | 無し | 0.7 |
| | 12 | 298 | 無し | 0.8 |

【0036】上で規定した化学組成を有する発明鋼板（鋼No.1~7）を用いた発明例では、いずれも加熱・冷却試験後のディスク外周の反り高さは0.1mm未満であり、実質的に反りの発生は認められないレベルで非常に良好であった。炭化物起源の発錆も認められず、加熱・冷却試験後の表面硬さもHv280以上をキープしており、耐食性および強度面でもディスクブレーキ用途として十分な性能を有することが確認された。

【0037】これに対し、C含有量が高い鋼No.7を用いた比較例では強度レベルは高いものの炭化物起因の発錆が見られた。これは、焼入れ処理の加熱で鋭敏化したものと考えられる。Cu含有量が低い鋼No.8、 γ_{\max} が低い鋼No.9、C含有量が低すぎる鋼No.10を用いた比較例では、いずれも0.3mmを超える大きな反りが発生した。Cuは含有するものの規定量のMo、Nbを複合で含有していない鋼No.11、12を用いた比較例でも、0.3mmを超える明らかな反りが認められ、従来材の抱える反りの問題は解消されていない。つまり、ブレーキディスクの反りの問題を解消するには、Cu、Mo、Nbの複合添加が非常に有効であることがわかった。

【0038】

【発明の効果】本発明では、車両の高性能化等に伴いディスクブレーキに対する負担が増大するなか、新たに顕在化してきたブレーキディスクの「反り」の問題を取り上げ、これを改善する手段を提供した。また、その手段によればディスクブレーキ用材料として要求される耐食性や高強度特性も十分に確保され、焼戻しを行わない省工程化プロセスにも対応できる。さらに、製品ディスクにおいて、将来的な使用で反りを抑止し得るものを特定したので、製品の品質管理も容易になった。したがって本発明は、車両用ディスクブレーキの高性能化に材料面から寄与するものである。

フロントページの続き

(72)発明者 熊野 尚仁
山口県新南陽市野村南町4976番地 日新製
鋼株式会社内

Fターム(参考) 3J058 AA43 AA48 AA53 AA58 AA62
AA69 BA61 CB11 EA03 EA09
FA02 GA46 GA47